

Онул Н.М.

ДЗ «Дніпропетровська медична академія МОЗ України», м. Дніпропетровськ  
Кафедра загальної гігієни, sangreena@mail.ru

## **ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА БАЛАНСУ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ В ОРГАНІЗМІ ФЕРТИЛЬНИХ ЧОЛОВІКІВ ЕКОКОНТРАСТНИХ ТЕРИТОРІЙ**

Онул Л. М. Порівняльна оцінка балансу мікроелементів в організмі фертильних чоловіків екоконтрастних територій / Л. М. Онул // Довкілля та здоров'я. – 2015. – № 3. – С. 17-22

На сьогоднішній день не викликає сумнівів той факт, що більшість екологозалежних захворювань людини розвиваються через дефіцит, надлишок або дисбаланс мікроелементів в організмі. Це пов'язано з тим, що хімічні елементи виконують не лише структурну функцію, але й входять до активних центрів практично усіх ферментів, гормонів, антитіл, тобто впливають та регулюють практично усі біохімічні процеси в організмі [1, 2, 3]. Таким чином, мінеральні речовини, поряд з білками, жирами, вуглеводами та вітамінами, є надзвичайно важливим життєзабезпечуючим чинником для людини, її здоров'я та репродуктивного потенціалу [4, 5].

Як один із найінформативніших методів визначення впливу хімічних речовин на організм, насамперед в умовах низьких (на рівні або нижче порогових значень) їх концентрацій в об'єктах довкілля, поряд із гігієнічними та епідеміологічними методами в останній час поширилися дослідження з визначення їх внутрішнього вмісту у біосубстратах людини [5]. Вивчення кількісного та якісного забезпечення мікроелементами організму людини має велике значення для діагностики донозологічних станів, у зв'язку з цим, подібний підхід найбільш актуальний для виявлення екологозалежних і екологообумовлених захворювань [2, 3].

В сучасному техногенно забрудненому довкіллі потреба людини в мікронутрієнтах не тільки не зменшується, а й суттєво зростає, що обумовлює підвищену увагу вчених до проблеми оптимальної забезпеченості людини есенціальними мікроелементами, балансу біотичних та абіотичних металів в організмі, їх впливу на здоров'я людини, особливо її генеративну функцію [4, 6, 7, 8]. Вищезазначене обумовило активний розвиток екологічної репродуктології, головною метою якої є моніторинг шкідливих впливів факторів довкілля, прогнозування ймовірності "поломки" генеративної системи і розробка адекватних заходів профілактики.

Отже, первинний скринінг щодо оцінки мікроелементного статусу організму, виявлення можливих порушень мікроелементного гомеостазу з розвитком гіпо- чи гіпермікроелементозу для послідувочої розробки системи профілактичних заходів з їх корекції повинні стати концептуальним напрямком сучасної медицини.

**Мета дослідження** – вивчити особливості вмісту мікроелементів у біосустратах фертильних чоловіків, що проживають у містах Дніпропетровської області з різним рівнем техногенного забруднення довкілля.

**Матеріали та методи досліджень.** У дослідженні прийняли участь 125 чоловіків - міських жителів Дніпропетровської області, що звертались за консультацією до Центру планування сім'ї та репродукції людини КЗ «Дніпропетровський обласний перинатальний центр зі стаціонаром ДОР» за період 2012-2014 рр.

Відповідно до дизайну досліджень, попередній відбір проводився шляхом анкетування серед респондентів чоловічої статі Дніпропетровського регіону. Дослідження проведено у промисловому місті – Дніпропетровську та контрольному, умовно «чистому» м. Новомосковську, вибір яких як об'єктів досліджень базувався на головному принципі епідеміологічних спостережень – однорідності міст співставлення за клімато-географічними даними, соціально-гігієнічними параметрами та рівнем медичного обслуговування [3]. Критеріями

відбору були: вік обстежених (20-50 років), тривалість проживання в одному місті (понад 5 років), тотожні соціокультурні та економічні умови життя, відсутність хронічних захворювань, шкідливих звичок чи професійних шкідливостей, тривалість шлюбу понад 2 роки, наявність дітей у даному чи попередньому шлюбі, відсутність гострих захворювань чи підвищення температури протягом попередніх 4-місяців.

Після анкетування усім пацієнтам було проведено загальноклінічне, урологічне та лабораторне обстеження. Внаслідок проведеного комплексу обстежень 26 чоловік були виключені з подальших досліджень через виявлені хронічні загальносоматичні захворювання, гострий орхіт або інфекції статевих шляхів, порушення розташування та розміру яєчок, зловживання спиртними напоями та тютюнопалінням, порушеннями сперматогенезу, непов'язаними із забрудненням навколишнього середовища (хромосомні аномалії, травми або запалення статевих органів в анамнезі тощо). В результаті сформовано 2 дослідні групи чоловіків з нормальною фертильністю, що проживають у промисловому місті Дніпропетровську (62 пацієнти) та контрольному, умовно «чистому» місті Новомосковську (37 пацієнтів). Вік обстежених, за середніми показниками, становив  $30,4 \pm 0,6$  та  $31,5 \pm 0,9$  років відповідно.

Проби венозної крові та еякуляту відбирали за стандартними методиками. Біологічні зразки переносили в аліквоти, заморожували і зберігали при  $-20^{\circ}\text{C}$  до аналізу. Дослідження мікроелементного профілю біосубстратів проводили за вмістом 4 важких металів - Pb, Cd, Cu та Zn. Дослідження проводили з використанням інверсійної вольтамперометрії – електрохімічного методу дослідження та аналізу, який оснований на реєстрації аналітичного сигналу, що виникає в результаті електрохімічної реакції на індикаторному електроді (вуглеситаловому) в присутності іонів двухвалентної ртуті при розгортці зовнішньої поляризуючої напруги [10]. Дослідження проведені у санітарно-гігієнічній лабораторії ДУ "Дніпропетровський обласний лабораторний центр Держсанепідслужби України" та у лабораторії НВТК

«Центр» ДЗ «ДМА МОЗ України». В якості стандартних розчинів використовували Міждержавні стандартні зразки складу розчинів іонів свинцю, кадмію, цинку та міді Фізико-хімічного інституту НАН України, м. Одеса.

Крім того, для вивчення особливостей транслокації металів з крові до репродуктивних органів чоловіків розраховували: індекс проникнення через гематотестикулярний бар'єр (ІПБ) – відношення концентрації металу в еякуляті до його вмісту у цільній крові, ум. од., а також коефіцієнти співвідношення (КВ) есенціальних та токсичних металів у різних біосубстратах.

Отримані результати опрацьовані за допомогою традиційних методів варіаційної статистики з використанням ліцензійних комп'ютерних програм Microsoft Excel та Statistica 10. Достовірність відмінностей визначали за t-критерієм Стюдента [9].

### Результати та їх обговорення

У крові та еякуляті «умовно здорових» чоловіків промислово розвиненого Дніпропетровського регіону визначаються свинець, кадмій, мідь та цинк у концентраціях, вищих чутливості методів визначення, що дало змогу провести детальний аналіз отриманих результатів. Свинець, як найбільш небезпечний токсикант з групи важких металів, у крові фертильних чоловіків, в цілому, визначається у середній концентрації  $0,059 \pm 0,004$  мг/л (табл. 1), що відповідає

Таблиця 1

#### Вміст важких металів у крові фертильних чоловіків промислового та контрольного міст

Міста спостереження	Концентрації металів, мг/л ( $M \pm m$ )			
	свинець	кадмій	мідь	цинк
промислове (n=62)	$0,063 \pm 0,005^{*,**}$	$0,0107 \pm 0,0011^{oo}$	$1,74 \pm 0,07$	$2,64 \pm 0,14^{*,***}$
контрольне (n=37)	$0,051 \pm 0,003$	$0,0081 \pm 0,0013^o$	$1,52 \pm 0,10$	$3,08 \pm 0,17^{***}$
в цілому	$0,059 \pm 0,004^{oo,*}$	$0,0097 \pm 0,0008^{oo}$	$1,66 \pm 0,06$	$2,81 \pm 0,10^{***}$
норматив	$0,05-0,2^1$	$0,0011 \pm 0,0002^6$	$0,7-1,7^1$	$1,6-8,0^1$

(за даними різних авторів)	0,015-0,2 <sup>5</sup> 0,049 <sup>11</sup> 0,03±0,004 <sup>2</sup>	0,001-0,027 <sup>1</sup> 0,007 <sup>5</sup> 0 <sup>2</sup>	0,8-1,3 <sup>5</sup> 0,9 <sup>2</sup>	4,0-8,6 <sup>5</sup> 4,6 <sup>2</sup>
----------------------------	--	--	--	--

Примітки: \* -  $p < 0,05$  порівняно з контрольним містом; ° -  $p < 0,05$ ; °° -  $p < 0,01$  порівняно з нормативом; °°° -  $p < 0,01$ ; °°°° -  $p < 0,001$  порівняно з еякулятом.

нормативному рівню [1, 5]. В той же час отримані нами результати у 1,2-2,0 разу ( $p < 0,01$ ) перевищують аналогічні показники у мешканців відносно чистих, аграрно-промислових територій [2, 11], що підтверджує техногенність походження свинцю у біосубстратах мешканців промислової зони. Остання обставина знайшла своє підтвердження при порівнянні результатів у фертильних чоловіків, що проживають у промисловому та контрольному містах області – концентрація свинцю у крові мешканців м.Дніпропетровська виявилася у 1,2 разу ( $p < 0,05$ ) вищою порівняно з обстеженими чоловіками умовно «чистого» міста.

Вміст цього абіотика у спермі чоловіків Дніпропетровської області коливається в межах 0,02-0,100 мг/л, що, за середніми показниками, становить 0,049±0,002 мг/л (табл. 2). На відміну від результатів аналізу мінерального складу цільної крові, достовірної різниці у концентраціях свинцю у еякуляті мешканців екоконтрастних територій не виявлено. Отримані нами дані аналогічні результатам досліджень Jockenhoevel F. et al. [12], хоча у 1,7 разу ( $p < 0,001$ ) перевищують дані для незабруднених територій [6]. Вміст свинцю у крові усіх обстежених чоловіків виявився у 1,2 разу ( $p < 0,05$ ) вищим порівняно з його концентрацією у еякуляті. Схожа ситуація спостерігається і у обстежених промислового міста – у 1,3 разу ( $p < 0,01$ ), в той час як відмінності у концентрації абіотика у біосубстратах чоловіків контрольного міста відсутні.

Концентрації кадмію у крові мешканців області коливаються в межах 0,0011-0,0355 мг/л, що, в середньому, складає 0,0097±0,0008 мг/л з більш високими показниками серед чоловічого населення промислового міста, хоча без достовірних відмінностей та відповідає нормативному рівню згідно даним І.М.Трахтенберга [1]. Проте у 7,8% обстежених фертильних чоловіків виявлено

перевищення нормативних значень за максимальними показниками. Порівняння результатів біомоніторингу металу у крові чоловіків промислового регіону з даними літератури щодо населення, яке проживає у відносно благополучних екологічних умовах [2, 5, 6], свідчить про суттєве їх перевищення – у 1,4-8,8 разів ( $p<0,05$ - $p<0,001$ ).

Таблиця 2

**Вміст важких металів у еякуляті фертильних чоловіків  
промислового та контрольного міст**

Міста спостереження	Концентрації металів, мг/л ( $M\pm m$ )			
	свинець	кадмій	мідь	цинк
промислове (n=62)	$0,049\pm 0,002^{ooo}$	$0,0088\pm 0,0012^{ooo}$	$1,88\pm 0,10^{o,**}$	$81,68\pm 3,76^{ooo}$
контрольне (n=37)	$0,050\pm 0,002^{ooo}$	$0,0067\pm 0,0004^{ooo}$	$1,47\pm 0,09$	$90,39\pm 4,33^{oo}$
в цілому	$0,049\pm 0,002^{ooo}$	$0,008\pm 0,0009^{ooo}$	$1,73\pm 0,08^{oo}$	$84,94\pm 2,27^{ooo}$
норматив (за даними різних авторів)	$0,029\pm 0,0034^6$ $0,053^{12}$	$0,0008\pm 0,0001^6$	$1,08^{14}$ $1,44^{12}$	$101,2\pm 2,2^7$ $144,0\pm 42,1^8$

Примітки: \*\* -  $p<0,01$  порівняно з контрольним містом; ° -  $p<0,05$ ; °° -  $p<0,01$ ; °°° -  $p<0,001$  порівняно з нормативом.

Аналогічна ситуація спостерігається щодо іншого біосубстрату – еякуляту, в якому вміст кадмію, за середніми величинами, становить  $0,008\pm 0,0009$  мг/л, та суттєво не відрізняється у мешканців екоконтрастних територій і у 10 разів ( $p<0,001$ ) перевищує результати подібних досліджень [6]. Незважаючи на дещо вищі показники вмісту металу у крові порівняно з його концентрацією в еякуляті, дані відмінності недостовірні.

Розрахунковий показник – індекс проникнення дозволив охарактеризувати деякі ланки міграції абіотиків у суміжних середовищах репродуктивної системи. Так, індекс проникнення ксенобіотиків – свинцю і кадмію через гематотестикулярний бар'єр досить високий та складає 0,83 і 0,82 ум.од., тобто переважна кількість металу з крові проникає до сім'яників та призводить до

ушкодження гематотестикулярного бар'єру (ГТБ). Крім того, дослідженнями Романюк А.Л. та співавт. [13], встановлено, що токсична дія іонів важких металів відбувається на усіх етапах гіпоталамо-гіпофізарно-гонадної системи, що зумовлює глибоке пригнічення функціональної активності тестикулярної тканини та підвищення рівня ентропії у морфофункціональній системі сім'яників за сукупної дії внутрішньосудинних (сповільнення кровотоку, зміна реології крові), внутрішньостінкових (ушкодження епітелію та серицитів, порушення цілісності базальної мембрани внаслідок прямого впливу іонів важких металів) та позасудинних факторів (периваскулярний фіброз).

Що стосується біотичних металів – міді та цинку, тут виявлено свої особливості. Концентрація міді у біосубстратах обстежених чоловіків коливається в межах 0,71-3,44 мг/л у крові та від 0,55 до 4,07 мг/л – у спермі, що, в середньому, становить  $1,66 \pm 0,06$  мг/л та  $1,73 \pm 0,08$  мг/л відповідно і співпадає з нормативними даними [1, 5] щодо цільної крові, хоча у 1,2-1,6 разу перевищує аналогічні показники по відношенню до мінерального складу еякуляту [12, 14]. При цьому, концентрація біотика у спермі чоловіків контрольного міста у 1,28 разу ( $p < 0,01$ ) нижча порівняно з результатами обстежених чоловіків промислового міста. В той же час нами не виявлено достовірних відмінностей вмісту міді у крові чоловіків екоконтрастних територій, а також між різними біосубстратами.

Біомоніторинг цинку, як мікроелемента провідного для репродуктивної системи значення, дозволив виявити у натурних клініко-гігієнічних дослідженнях важливі докази екозалежного характеру. Так, концентрація цинку у крові чоловіків Дніпропетровської області коливається в межах 1,03-6,23 мг/л і, в середньому, складає  $2,81 \pm 0,10$  мг/л. При цьому його вміст у крові чоловіків, що проживають в умовах підвищеного техногенного навантаження, виявився на 9,0% нижчим ( $p < 0,05$ ) порівняно з результатами дослідження у контрольному місті. Вміст цинку у еякуляті усіх обстежених чоловіків, в середньому, становить  $84,94 \pm 2,27$  мг/л, що у 30,2 разу вище ( $p < 0,001$ ) порівняно з його

рівнем у цільній крові, співпадає з даними літератури [15]. Враховуючи той факт, що у сім'яниках при синтезі стероїдних гормонів внаслідок прямої ензимопатичної дії ксенобіотиків та опосередкованого впливу відбувається активна стимуляція процесів перекисного окислення ліпідів (ПОЛ) та вільнорадикального окислення (ВРО), а також пригнічення системи антиоксидантного захисту (АОС), зрозумілим стає не лише про активне проникнення цинку, як одного з ключових мікроелементів АОС [8, 14], через ГТБ, але й його значне накопичення у репродуктивних органах чоловіків, що свідчить про виключно важливу роль цинку у процесах сперматогенезу і формуванні фертильних властивостей еякуляту.

При цьому слід зазначити, що вміст цинку у спермі фертильних чоловіків, що мешкають у промисловій зоні виявився у 1,2 – 1,9 разу ( $p < 0,001$ ) нижче фізіологічного рівня та даних літератури [7, 8]. Така ситуація стосовно вмісту мікроелементу цинку у крові та спермі обстежених нами чоловіків свідчить про ймовірність розвитку цинкдефіциту у чоловічого населення промислового регіону, що може впливати на процеси сперматогенезу, а відтак - на репродуктивний потенціал чоловіків.

У сучасних наукових розробках фахівці, трактуючи результати досліджень вмісту абіотичних та біотичних металів в організмі, ретельно вивчають не тільки їх абсолютні значення, а й співвідношення між собою, що має практичне значення в діагностиці мікроелементозів та при прогнозуванні ризику розвитку фізіологічних та патологічних змін у стані здоров'я людини [2, 3, 5]. У зв'язку з цим, нами виконаний аналіз співвідношення есенціальних та токсичних металів в крові та еякуляті чоловіків з нормальною фертильністю. Аналізуючи отримані результати (табл. 3), можна помітити, що КВ бінарних систем Pb/Cd та Cu/Cd у крові чоловіків, що проживають як у промислових, так і контрольних містах, суттєво не відрізняються від середнього рівня по регіону (в межах 10%), в той час як у еякуляті ці відмінності сягають 30% у бік збільшення показника у контрольному місті. При цьому у досліджуваних біосубстратах чоловіків



умовно «чистих» територій спостерігаються більш високі показники КВ для бінарних систем Zn/Pb, Zn/Cd та Zn/Cu, що має більш сприятливе прогностичне значення порівняно з промисловим містом.

Таблиця 3

**Коефіцієнти співвідношення важких металів у біосубстратах фертильних чоловіків промислового та контрольного міст**

Міста спостереження	Коефіцієнти відношення (КВ) у бінарних системах, ум. од.					
	Pb/Cd	Zn/Pb	Zn/Cd	Cu/Pb	Cu/Cd	Zn/Cu
кров						
промислове	5,89	41,9	246,7	27,6	162,6	1,52
контрольне	6,30	60,39	380,2	29,8	187,7	2,03
середній рівень	6,08	47,63	289,7	28,1	171,1	1,69
еякулят						
промислове	5,57	$1,66 \cdot 10^3$	$9,28 \cdot 10^3$	38,4	213,64	43,5
контрольне	7,46	$1,81 \cdot 10^3$	$13,5 \cdot 10^3$	29,4	219,4	61,5
середній рівень	6,12	$1,73 \cdot 10^3$	$10,6 \cdot 10^3$	34,7	212,5	50,0

КВ Zn/Cu в крові та еякуляті обстежених чоловіків становить 1,69 та 50,0 ум. од. відповідно. Порівнюючи отримані результати з даними інших авторів та розрахованими нами фізіологічними співвідношеннями (4,7-5,1 і 93,7-100,0 відповідно) слід відзначити, що у фертильних чоловіків досліджених територій спостерігається значне їх порушення, що підтверджує наявність вираженого дисбалансу мікроелементів в організмі. При цьому еякулят характеризується більш вираженою гомеостатичною ємністю порівняно з цільною кров'ю та є найбільш інформативним тест-об'єктом для раннього виявлення донозологічних змін генеративної сфери чоловіків.

### Висновки

1. Дані проведеного нами біомоніторингу підтвердили припущення про значне техногенне навантаження ксенобіотиками організму чоловіків в умовах

промислових територій, яке поєднується з дефіцитом есенціальних мікроелементів, що підкреслює потенційну небезпеку навіть малих концентрацій токсикантів у навколишньому середовищі для населення.

2. У крові та еякуляті «умовно здорових» чоловіків промислових територій вміст свинцю та кадмію, у середньому, відповідає нормативному рівню, хоча у 1,2-10,0 разу перевищує аналогічні показники мешканців контрольного міста і дані літератури щодо фонових, умовно «чистих» територій та підтверджує позицію екотоксикології щодо переважно техногенного походження свинцю в організмі. Вміст свинцю у крові усіх обстежених чоловіків виявився у 1,2 разу вищим порівняно з його концентрацією у еякуляті за відсутності відмінностей щодо концентрації кадмію.

3. Концентрація міді у біосубстратах обстежених чоловіків коливається в межах 0,71-4,07 мг/л, що, в середньому, становить  $1,66 \pm 0,06$  мг/л та  $1,73 \pm 0,08$  мг/л відповідно у крові та спермі, відповідає фізіологічним даним щодо цільної крові, хоча у 1,2-1,6 разу перевищує аналогічні показники по відношенню до мінерального складу еякуляту. При цьому, концентрація біотика у спермі чоловіків контрольного міста у 1,3 разу нижча порівняно з обстеженими промислового міста.

4. Вміст цинку у еякуляті усіх обстежених чоловіків, в середньому, становить  $84,94 \pm 2,27$  мг/л, що у 30,2 разу вище порівняно з його рівнем у цільній крові -  $2,81 \pm 0,10$  мг/л та свідчить про виключно важливу роль цинку у процесах сперматогенезу і формуванні фертильних властивостей еякуляту. При цьому його вміст у біосубстратах чоловіків, що проживають в умовах підвищеного техногенного навантаження, виявився на 9,0-9,6% нижчим порівняно з результатами дослідження у контрольному місті, у 1,2-1,9 разу - порівняно з фізіологічним рівнем та даними літератури та може свідчити про ймовірність розвитку цинк дефіцитного стану у чоловічого населення промислового регіону.

5. Коефіцієнти співвідношення більшості есенціальних та токсичних металів у біосубстратах фертильних чоловіків промислового регіону характеризуються суттєвими змінами порівняно з фізіологічними рівнями та даними літератури, що підтверджує розвиток мікроелементозних станів в організмі. При цьому сечу характеризують більш вираженою гомеостатичною ємністю порівняно з цільною кров'ю та, на нашу думку, є найбільш інформативним тест-об'єктом для раннього виявлення порушень мікроелементного гомеостазу та донозологічних змін генеративної сфери чоловіків.

### **Література**

1. Трахтенберг И.М. Основные показатели физиологической нормы у человека. Киев: ИД «Авиценна»; 2001: 372.
2. Боев В.М., Быстрых В.В., Верещагин Н.Н., Тиньков А.Н., Перминова Л.А., Музалева О.В. и др. Биоэлементы и донозологическая диагностика. Микроэлементы в медицине. 2004; 5 (4): 17-20.
3. Сердюк А.М, Белицкая Э.Н., Паранько Н.М., Шматков Г.Г. Тяжелые металлы внешней среды и их влияние на репродуктивную функцию женщин. Днепропетровск: Арт-пресс; 2004: 148.
4. Білецька Е.М., Онул Н.М. Вплив факторів навколишнього середовища на чоловічу статеву систему. Довкілля та здоров'я. 2011; 4 (59): 15-19.
5. Бакулин И.Г., Новоженев В.Г., Иванова М.А., Малабаев К.Д. Оценка элементного статуса в определении нутриентной обеспеченности организма. Значение нарушений элементного статуса при различной патологии. Москва; 2005. Режим доступа:  
[http://portal.vitamax.ua/media/60417/2005\\_opit\\_01\\_bakulin.doc](http://portal.vitamax.ua/media/60417/2005_opit_01_bakulin.doc)
6. Mendiola J., Moreno M.J., Roca M., Vergara-Juárez N. et al. Relationships between heavy metal concentrations in three different body fluids and male reproductive parameters: a pilot study. Environmental Health. 2011; 10 (6).

7. Amidu N., Owiredun W.K.B.A., Bekoe M.A.T., Quaye L. The impact of seminal zinc and fructose concentration on human sperm characteristics. *Journal of Medical and Biomedical Sciences*. 2012; 1 (1): 14-20.
8. Fatma Atig, Monia Raffa, Ben-Ali Habib, Abdelhamid Kerkeni, Ali Saad, Mounir Ajina. Impact of seminal trace element and glutathione levels on semen quality of Tunisian infertile men. *BMC Urology*. 2012; 12: 6.
9. Антомонов М.Ю. Математическая обработка и анализ медико-биологических данных. Київ: Фірма малого друку; 2006: 558.
10. Прохорова Г.В. Электрохимический мониторинг биогенных микроэлементов. *Соросовский образовательный журнал*. 2004; 8 (1): 51-56.
11. Telisman S., Colak B., Pizent A., Jurasović J., Cvitković P. Reproductive toxicity of low-level lead exposure in men. *Environ. Res.* 2007; 105: 256-266.
12. Jockenhoevel F., Bals-Pratsch M., Bertram H.P., Nieschlag E. Seminal lead and copper in fertile and infertile men. *Andrologia*. 1990; 2 (6): 503-511.
13. Романюк А.М., Москаленко Ю.В., Сауляк С.В., Бончев С.Д., Москаленко Р.А. Судинно-паренхіматозні співвідношення сім'яників при корекції впливу сполук важких металів. *Лікарська справа*. 2013; 4: 122-127.
14. Ghassan T. Alani, Sermed S. Khonda, Hedef D. El Yaseen. Analysis of DNA damage and oxidative stress in human spermatozoa and some biochemical changes in seminal plasma and their correlation with semen quality of infertile men. *The Iraqi Postgraduate Medical Journal*. 2011; 10 (1): 81-88.
15. Meeker J.D., Rossano M.G., Protas B., Diamond M.P., Puscheck E., Daly D. et al. Cadmium, lead, and other metals in relation to semen quality: human evidence for molybdenum as a male reproductive toxicant. *Environ. Health Perspect.* 2008; 116: 1473-1479.

## **Резюме**

# **СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА БАЛАНСА МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ОРГАНИЗМЕ ФЕРТИЛЬНЫХ МУЖЧИН ЭКОКОНТРАСТНЫХ ТЕРРИТОРИЙ**

Онул Н.М.

В современной техногенно загрязненной окружающей среде потребность человека в микронутриентах не только не уменьшается, но и существенно растет, что обуславливает повышенное внимание ученых к проблеме оптимальной обеспеченности человека есенциальными микроэлементами, баланса биотичних и абиотичних металлов, в организме, их влияния на здоровье человека, особенно ее генеративную функцию

Цель исследования – выучить особенности содержимого микроэлементов в биосубстратах фертильных мужчин, которые проживают в городах Днепропетровской области с разным уровнем техногенного загрязнения окружающей среды.

Материалы и методы исследований. В исследовании приняли участие 125 мужчин - городские жители Днепропетровской области, которые обращались за консультацией к Центру планирования семь'ї но репродукции человека КЗ «Днепропетровский областной перинатальный центр со стационаром ДОР» за период 2012-2014 гг.

Кроме того, для изучения особенностей транслокации металлов с крови до репродуктивных органов мужчин рассчитывали: индекс проникновения через гематотестикулярний барьер (ИПБ) – отношение концентрации металла в еякуляти к его содержимому в цельной крови, ум. од., а также коэффициенты

спаввидношения (КВ) есенциальных и токсичных металлов в разных биосубстратах.

Данные проведенного нами биомониторингу подтвердили предположение о значительной техногенной нагрузке ксенобиотиками организма мужчин в условиях промышленных территорий, которое совмещается с дефицитом есенциальных микроэлементов, который подчеркивает потенциальную опасность даже малых концентраций токсикантив в окружающей среде для населения. крови и еякуляти «условно здоровых» мужчин промышленных территорий содержимое свинца и кадмия, в среднем, отвечает нормативному уровню, хотя у 1,2-10,0 раза превышает аналогичные показатели обитателей контрольного города и данные литературы относительно фоновых, условно «чистых», территорий и подтверждает позицию экотоксикологии относительно преимущественно техногенного происхождения свинца в организме. Содержимое свинца в крови всех обследованных мужчин оказалось у 1,2 раза более высоким в сравнении с его концентрацией в еякуляти за Концентрация меди в биосубстратах обследованных мужчин колеблется в пределах 0,71-4,07 мг/л, что, в среднем, составляет  $1,66 \pm 0,06$  мг/л и  $1,73 \pm 0,08$  мг/л соответственно в крови и сперме, отвечает физиологичным данным относительно цельной крови, хотя у 1,2-1,6 раза превышает аналогичные показатели по отношению к минеральному составу еякуляту. При этом, концентрация биотика в сперме мужчин контрольного города у 1,3 раза более низкая в сравнении с обследованными промышленного города. Содержимое цинка в еякуляти всех обследованных мужчин, в среднем, составляет  $84,94 \pm 2,27$  мг/л, что у 30,2 раза выше в сравнении с его уровнем в цельной крови -  $2,81 \pm 0,10$  мг/л и свидетельствует об исключительно важной роли цинка в процессах сперматогенеза и формировании фертильных свойств еякуляту. При этом его содержимое в биосубстратах мужчин, которые проживают в условиях повышенной техногенной нагрузки, оказалось на 9,0-9,6% более низким в сравнении с результатами исследования в контрольном городе, у 1,2-1,9 раза -

КВ большинства есенциальных и токсичных металлов в биосубстратах фертильных мужчин промышленного региона характеризуются существенными изменениями в сравнении с физиологическими уровнями и данными литературы, которая подтверждает наличие выраженного дисбаланса микроэлементов в организме. При этом эякулят характеризуется более выраженной гомеостатической емкостью в сравнении с цельной кровью и, по нашему мнению, является наиболее информативным тестовым объектом для раннего выявления нарушений микроэлементного гомеостаза и

В статье представлены результаты изучения особенностей содержания тяжелых металлов - свинца, кадмия, меди и цинка в цельной крови и эякуляте фертильных мужчин. Концентрации металлов в биосубстратах определяли методом инверсионной вольтамперометрии с использованием АВА-2.

Установлено, что содержание свинца и кадмия практически во всех биосубстратах фертильных мужчин в 1,3-2,2 раза выше по сравнению с показателями инфертильных пациентов и во всех исследуемых группах в 1,2-6,4 раза превышает нормативные уровни. При этом у бесплодных мужчин наблюдается выраженный дисбаланс меди в организме, содержание которой в крови в 1,7-2,3 раза выше по сравнению с аналогичными показателями фертильной группы и физиологическим уровнем.

Концентрация цинка в эякуляте мужчин с нормальной фертильностью в 9,3 раза выше по сравнению с аналогичными показателями у бесплодных мужчин и в 30,9 раза превышает его уровень в крови фертильной группы, что свидетельствует об исключительно важной роли цинка для генеративной сферы мужчин. В биосубстратах фертильных мужчин, которые проживают в условиях повышенной техногенной нагрузки, концентрация цинка у 1,2-1,5 раза ниже соответствующих физиологических уровней, что может свидетельствовать о

вероятности формирования цинкдефицитных состояний у данного контингента населения.

**Ключевые слова:** тяжелые металлы, биомониторинг, кровь, эякулят, фертильные мужчины, идиопатическое бесплодие.

## **Summary**

### **HEAVY METALS CONTENT IN THE INDICATORY BIOSUBSTRATES OF FERTILE AND INFERTILE MEN OF URBANIZED TERRITORIES**

Biletska E.M., Stus' V.P.\*, Onul N.M., Polion N.Yu.\*

*SI "Dnepropetrovsk Medical Academy of Health Ministry of Ukraine",*

*Department of General Hygiene*

*Department of urology, operative surgery and topographical anatomy\**

*Oktyabrskaya sq., 4, Dnepropetrovsk, Ukraine 49027, enbelitska@mail.ru*

*Oktyabrskaya sq., 14, Dnepropetrovsk, Ukraine 49005, victor.stus@gmail.com\**

The article presents the results of studying of heavy metals - lead, cadmium, copper and zinc content features in whole blood and ejaculate of fertile and infertile men. The concentrations of metals in biosubstrates determined by the method of inverse voltamperometry with the usage of AVA- 2.

It is revealed, that maintenance of lead and cadmium practically in all biosubstrates of fertile men in 1,3-2,2 time higher compared to the indexes of infertile patients and in all investigated groups in 1,2-6,4 time exceeds normative levels. Thus sterile men have the expressed disbalance of copper in an organism, maintenance of that in blood in 1,7-2,3 time over against the analogical indexes of fertile group and physiological level.

Concentration of zinc in ejaculate of men with normal fertility in 9,3 time higher compared to analogical indexes for sterile men and in 30,9 time exceeds his level in blood of fertile group, that testifies to the exceptionally important role of zinc for the generative sphere of men. In biosubstrates of fertile men, that live in conditions of technogenic polluted territories, concentration of zinc at 1,2-1,5 time lower than



physiological levels, that can testify to probability of forming of the zinc deficiency states among this contingent of population.

**Keywords:** heavy metals, biomonitoring, blood, ejaculate, fertile men, idiopathic sterility.

